



UMA INVESTIGAÇÃO SOBRE A CONSIDERAÇÃO DA ILUMINAÇÃO NATURAL NAS DIFERENTES ETAPAS DE PROJETO

Fernando O. R. Pereira (1); Aline C. Lopes (1); Augusto Marques (2); Eldenir Teodoro(2); Juliana O. Batista(2); Marina Vasconcelos Santana (2); Raphaela W. Fonseca (1); Veridiana Atanásio (1)

(1) LabCon - Laboratório de Conforto Ambiental CTC-ARQ
Universidade Federal de Santa Catarina
Caixa Postal 476, Florianópolis- SC
88040-900 Brazil

Tel.: +55 48 331 7080, FAX +55 48 331 9550

e-mail: feco@arq.ufsc.br

(2) LabEEE – Laboratório de Eficiência Energética em Edificações. CTC- ECV- NPC
Universidade Federal de Santa Catarina

RESUMO

A luz natural possui uma série de atributos que tornam vantajosa a sua integração no projeto arquitetônico. Pode-se destacar o fato de ser um recurso renovável e favorecer a eficiência energética no ambiente construído, mediante a redução no consumo de energia elétrica com iluminação artificial. Porém, a má qualidade nas condições de iluminação no interior dos ambientes indica a existência de barreiras que dificultam essa integração de modo satisfatório. O objetivo do presente trabalho é identificar estas barreiras e sua relação com as fases projetuais (partido geral, anteprojeto e detalhamento). Para tal foram analisadas as respostas de questionários aplicados junto a profissionais, professores e alunos de arquitetura. Pôde-se concluir que a principal barreira constitui-se na compreensão do fenômeno da luz natural no ambiente construído e dos aspectos a ele relacionados. O processo de aprendizagem mostra-se essencial, a fim de tornar clara a importância da luz natural como condicionante do projeto para os profissionais e levar à obtenção de resultados de qualidade na prática profissional.

ABSTRACT

Daylighting has a series of attributes that confirms its usefulness in the architectural design. Apart from being a renewable resource it also favors the energy efficiency in the built environment, by the reduction of electric energy consumption with artificial illumination. However, the bad quality of the illumination conditions inside buildings indicates the existence of barriers that hinder such integration in a satisfactory way. The objective of the present work is to identify those barriers and to establish their relationship with the design phases (general party, project and detailing). To achieve this purpose, a survey was realized with professionals, students and teachers of architecture and the answers were carefully analysed. It could be concluded that the main barrier lies on the understanding of the phenomenon of the natural light and of the aspects related to it. The learning process is essential, in order to show to professionals the importance of daylighting as a design conditioning to obtain quality results in their professional practice.

1. INTRODUÇÃO

A consideração da iluminação natural como um dos condicionantes do projeto arquitetônico apresenta uma série de vantagens. Pode-se citar como exemplo a sua utilização como elemento fundamental para a configuração estética dos ambientes, através da valorização formal resultante do contraste luz e sombra.

A luz natural também é um recurso renovável, apresenta reduzido impacto ambiental e favorece a eficiência energética no ambiente construído, pois possibilita a redução no consumo de energia elétrica com iluminação artificial, uma parcela significativa do consumo verificado nos edifícios (LAMBERTS, PEREIRA, 1997). Bons projetos caracterizam-se pela utilização de tecnologias mais eficientes e pelo uso de formas passivas de utilização de energias renováveis, de modo que a iluminação natural apresenta a possibilidade de se garantir os níveis de conforto necessários à manutenção adequada da produtividade dos usuários. No entanto, tais benefícios dependem do modo como a iluminação natural é considerada pelo arquiteto desde as fases iniciais do projeto. Apesar de todas as vantagens mencionadas acima, ambientes mal iluminados são comuns, prejudicando o desempenho das atividades visuais na maioria dos edifícios (GONÇALVES E DUARTE, 2003). A desconsideração do potencial da luz natural resulta ainda na dependência excessiva de sistemas artificiais de iluminação, inclusive no período diurno, elevando significativamente o desperdício de energia elétrica (SOUZA, 2001).

Tal quadro sugere a existência de barreiras que se impõem à integração da luz natural no projeto arquitetônico. O presente trabalho busca identificar quais seriam tais barreiras, sejam elas relacionadas com o próprio processo projetual ou com a compreensão do comportamento da luz natural por parte do arquiteto, bem como os meios de adequação dos edifícios às condições de aproveitamento desse recurso.

O objetivo do presente trabalho é identificar possíveis barreiras à consideração da luz natural em cada uma das fases projetuais, a partir das respostas de profissionais, professores e alunos de arquitetura.

2. METODOLOGIA

Foi realizada a aplicação de um conjunto de questionários junto a profissionais, professores e alunos de arquitetura, abordando os seguintes aspectos relativos ao modo como o processo projetual seria normalmente conduzido pelos respondentes. Para tal, foram considerados os seguintes aspectos:

- Importância atribuída aos métodos e decisões de projeto;
- Importância da luz natural como condicionante do projeto;
- Tipos e fontes de informações climáticas mais buscadas como orientação;
- Importância das ferramentas de apoio ao projeto;
- Importância de diversas estratégias projetuais.

Utilizou-se como referência o modelo elaborado por Pedrini (2003), tendo sido realizadas algumas modificações com o intuito de aprofundar as questões no âmbito da iluminação natural.

O questionário apresenta questões referentes a três etapas de projeto: partido geral, anteprojeto e detalhamento. Para cada uma dessas etapas o entrevistado deveria indicar o grau de importância atribuída a um determinado quesito, através de uma escala de valores entre 0 e 5, considerando-se temas relativos ao processo projetual e a importância da luz natural. Os questionários foram enviados via e-mail ou aplicados de maneira presencial. O número reduzido de respostas na categoria dos professores de projeto resultou também na representatividade reduzida dessa categoria (ver Tabela 1).

Tabela 1: Categoria e número de questionários preenchidos

Categoria	Profissionais	Professores	Alunos de graduação
Nº	62	10	58

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos a partir da análise das respostas dos questionários foram agrupados de acordo com as fases do projeto arquitetônico: partido geral, anteprojeto e detalhamento, observando-se quais as peculiaridades das respostas de cada categoria dos entrevistados: estudantes, profissionais e professores.

3.1 O processo projetual e suas fases: quais os aspectos mais e menos valorizados?

Nas fases iniciais do projeto arquitetônico, o aspecto mais valorizado por todos os entrevistados foi o **domínio da idéia central**, ou seja, a existência de um princípio organizador como elemento fundamental para a condução do processo projetual. Dentre os votos válidos, 90% dos profissionais apontaram essa questão como o aspecto mais importante a ser considerado. Quanto aos aspectos menos valorizados, o **uso de guias e manuais** foi apontado por todos os professores que responderam aos questionários. Já no caso dos profissionais, 50% dos votos válidos indicaram essa opção. A figura 1 ilustra os totais de votos correspondentes às 3 questões mais e menos valorizadas pelos respondentes durante a fase de elaboração do partido geral.

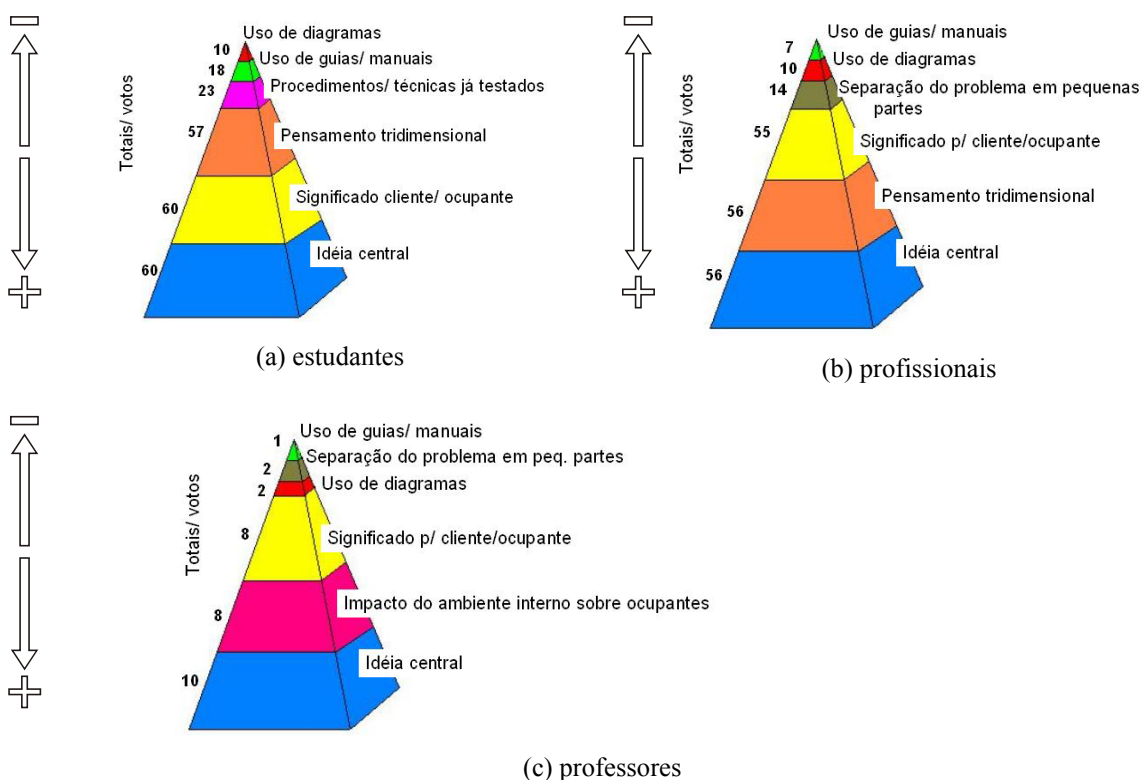


Fig. 1: Questões mais e menos valorizadas na fase de elaboração do partido geral.

Considerando-se a fase do anteprojeto, observou-se que o **uso de guias e manuais** permaneceu como a questão menos valorizada pela totalidade dos professores. Já no caso dos estudantes e dos profissionais, a questão menos valorizada foi a mesma: **uso de diagramas, tabelas e métodos matemáticos**, obtendo-se percentuais de votos de 31% e 24%, respectivamente. Profissionais e estudantes também possuem a mesma opinião quanto à questão mais valorizada: **impacto do projeto sobre o ambiente interno/ interação com os ocupantes**. Nesse caso, os percentuais de votos foram iguais a 94% e 35%. A figura 2 ilustra os totais de votos correspondentes às 3 questões mais e menos valorizadas pelos respondentes durante a fase de anteprojeto.

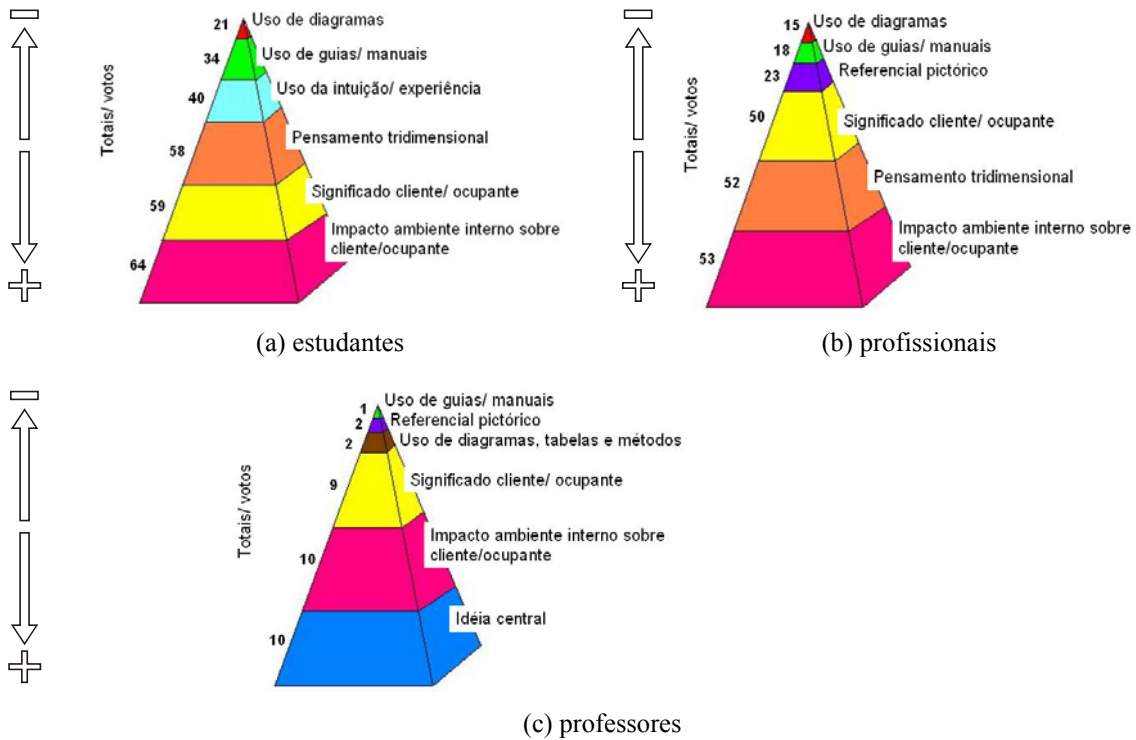


Fig. 2: Questões mais e menos valorizadas na fase de anteprojeto: totais de votos

Observando-se as respostas dos estudantes, as questões referentes ao impacto sobre o ambiente interno e o contato visual com o exterior demonstram-se mais valorizadas na fase de anteprojeto (Fig. 2). Para os profissionais e professores, os impactos sobre o cliente e o ambiente interno são bastante considerados nessa fase, enquanto o significado da edificação é definido ainda na fase de elaboração do partido geral e permanece importante durante o anteprojeto (Fig. 1 e 2).

Na fase de detalhamento observou-se opiniões semelhantes entre estudantes e professores quanto à questão menos valorizada: **uso de diagramas, tabelas e métodos matemáticos**, obtendo-se percentuais de votos respectivamente iguais a 35,3% e 40%. Já os profissionais apontaram a busca de soluções alternativas para posterior utilização ou descarte como o aspecto menos considerado nessa fase de projeto, num total de 26% dos votos. Quanto à questão mais valorizada, profissionais e professores citaram o **impacto do projeto sobre o ambiente interno e a sua interação com os ocupantes** como o aspecto mais importante durante a fase de detalhamento. Os percentuais de votos obtidos foram iguais a 74,2% e 90%, respectivamente. Já em relação à satisfação pós-ocupação, a preocupação dos estudantes com o significado da edificação para o cliente mostra importância decrescente ao longo das etapas de projeto e não foi citado como um dos aspectos mais valorizados durante a fase de detalhamento. A figura 3 ilustra os totais de votos correspondentes às 3 questões mais e menos valorizadas pelos respondentes durante essa fase do processo projetual.

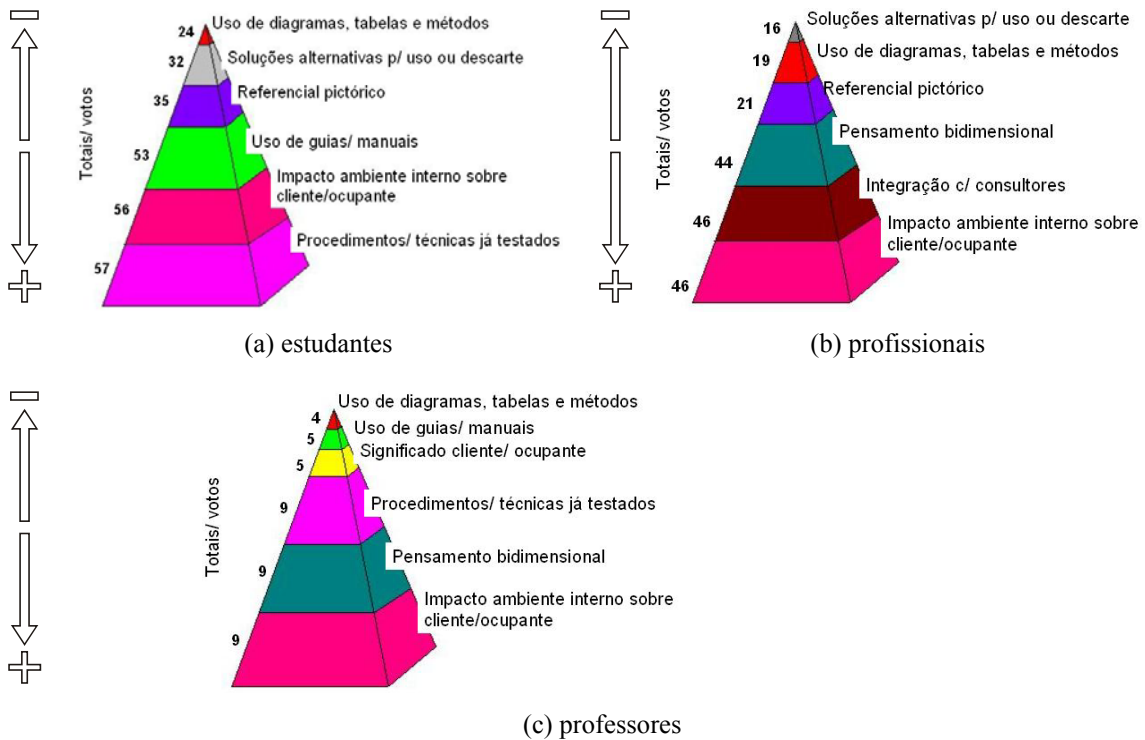


Fig. 3: Questões mais e menos valorizadas na fase de detalhamento: totais de votos.

3.2 A condução do processo projetual

Resultados interessantes foram obtidos com relação à condução do processo projetual nas três categorias aplicadas. Tanto para os estudantes como para os professores o uso da intuição e da experiência nas fases iniciais indica maior abertura para o desenvolvimento de soluções alternativas, enquanto que na fase de detalhamento, incorporam-se soluções já conhecidas. No caso dos profissionais, há indícios de desenvolvimento de soluções alternativas, embora nem sempre venham a ser utilizadas na fase final de projeto.

Outro aspecto importante na condução do projeto é a importância que se dá à busca de um referencial pictórico e da consulta à literatura (ver Fig. 4 e 5). Para os estudantes, a consulta à literatura mantém-se praticamente constante nas fases do projeto, diferentemente do referencial pictórico, o qual se mostra necessário principalmente nas fases iniciais do projeto. No caso dos profissionais, a consulta à literatura é menos representativa nas fases iniciais do projeto, justamente quando os referenciais são estabelecidos e o processo projetual encontra-se ainda em processo de definição, aberto à introdução de novos princípios ordenadores. Considerando-se que nas fases mais avançadas o arquiteto busca a “finalização” do projeto e que a incorporação de novas diretrizes ou idéias se tornam cada vez mais difíceis, a consulta à literatura parece estar limitada principalmente à busca de informações técnicas essenciais à execução do projeto. Quanto aos professores, os mesmos manifestaram uma opinião mais coerente, utilizando a literatura principalmente durante a fase de anteprojeto (Fig. 4). No entanto, a busca de um referencial pictórico adquire maior importância durante a fase de detalhamento, indicando também uma maior preocupação com os aspectos técnicos de execução da obra (Fig. 5).

Foram elaboradas questões específicas a fim de correlacionar pensamento bidimensional e tridimensional, com variáveis de projeto relacionadas à luz natural em cada fase do processo. Nas três categorias analisadas o pensamento bidimensional é valorizado de modo semelhante em todas as fases projetuais. Já as variáveis de projeto relacionadas com a luz natural (geometria, características, dimensões e localização das aberturas) ganham maior ênfase no anteprojeto e detalhamento (ver Fig. 6).

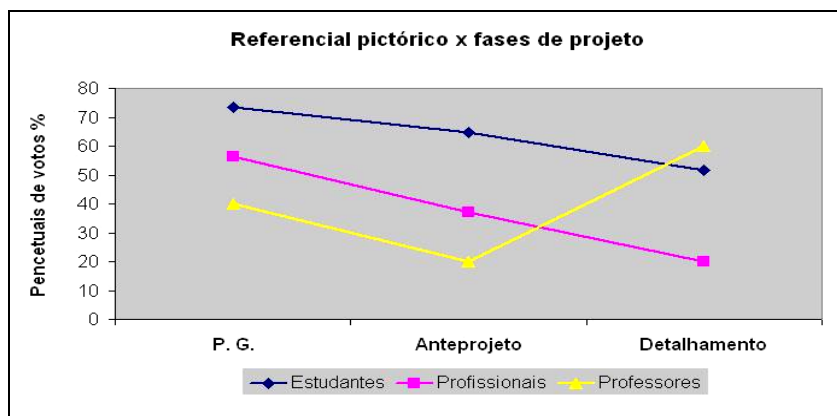


Figura. 4: Valorização de um referencial pictórico nas diferentes fases projetuais.

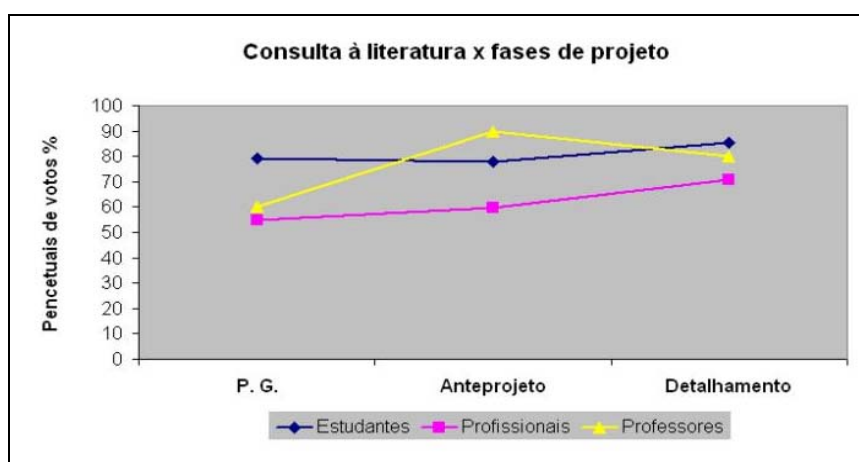


Figura. 5: Valorização da consulta à literatura nas diferentes fases projetuais.

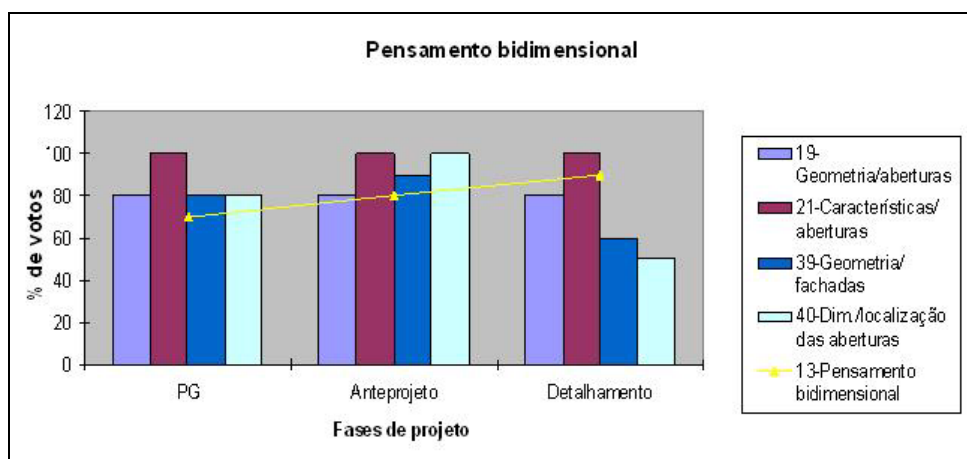


Fig. 6: Importância atribuída ao pensamento bidimensional e aspectos relacionados pelos profissionais durante as fases de projeto.

As respostas dos estudantes e profissionais com relação ao pensamento tridimensional são semelhantes: esse aspecto adquire menos importância no decorrer das fases de projeto. Quanto aos professores, esse aspecto é mais valorizado na fase de detalhamento. Em todos os casos, os aspectos correlacionados como volumetria, espaços internos, admissão da luz natural, orientação e forma do edifício representam 90% dos votos, destacando-se a fase de anteprojeto (ver Fig. 7). Ainda no processo projetual, para as três categorias, em relação ao domínio da ideia central, praticamente a totalidade dos votos atribuiu muita importância durante as três fases de projeto.

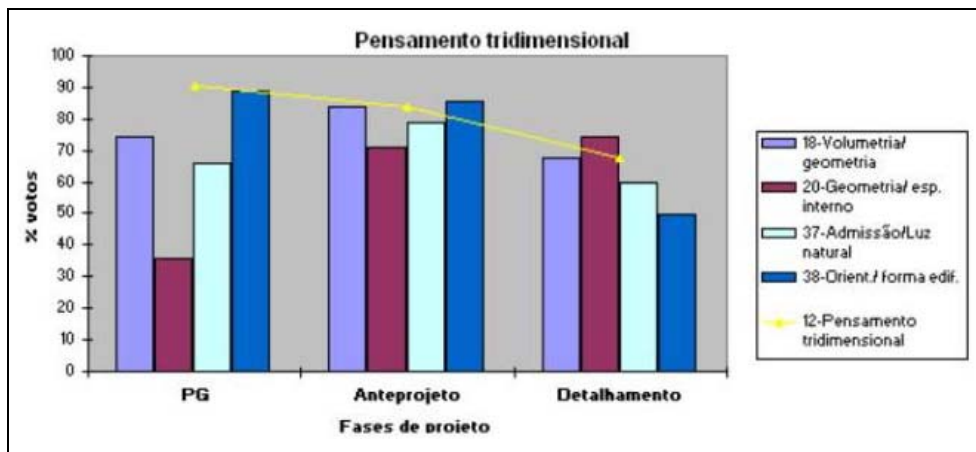


Fig. 7: Importância atribuída ao pensamento tridimensional e aspectos relacionados pelos profissionais durante as fases de projeto.

Já em relação à satisfação pós-ocupação, a preocupação dos estudantes com o significado da edificação para o cliente mostra-se de forma decrescente ao longo das etapas de projeto. Diferentemente de questões referentes ao impacto sobre o ambiente interno e o contato visual com o exterior, que demonstram maior valorização na fase de anteprojeto (vide Fig. 2). Para os profissionais e professores, os impactos sobre o cliente e o ambiente interno são mais considerados a partir do anteprojeto, embora o significado da edificação seja definido ainda na fase de elaboração do partido geral.

3.3 Luz natural: importância, ferramentas e estratégias

Foram elaboradas questões específicas a fim de identificar o grau de importância atribuída pelos respondentes à luz natural em cada fase de projeto. Todos consideram de grande importância a preocupação com as formas de admissão de luz natural, dando ênfase à fase de anteprojeto (ver Fig. 8). No entanto, as respostas dos profissionais indicam pouca preocupação nas fases iniciais de projeto com aspectos diretamente relacionados, tais como a definição das características das aberturas e dos sistemas de iluminação artificial. Isso indica que a integração entre as duas formas de admissão da luz não é considerada como meta do projeto, sendo incluída à medida que o nível de detalhamento é aprofundado. Apenas os professores atribuíram um percentual significativo de votos à definição do sistema de iluminação artificial nas fases iniciais do projeto, num total de 70% das respostas. A redução no consumo de energia obtida com o uso da luz natural é outro aspecto valorizado apenas nas fases finais, também não se destacando como objetivo de desempenho fixado desde o princípio.

Quanto aos meios de informação buscados para auxiliar a aplicação da luz natural em seus projetos, observou-se que a maioria das respostas indicava alternativas equivocadas. As visitas *in loco* são apontadas pelos estudantes e profissionais como a principal fonte de informação a respeito de aspectos como a quantidade de luz incidente nos planos externos e até a geometria solar, no caso dos profissionais (33% dos votos). As visitas *in loco* também foram apontadas como meio de se obter informações a respeito das condições de céu. Nesse caso, os percentuais de votos dos estudantes, profissionais e professores foram respectivamente iguais a 44%, 58% e 29%. Por outro lado, tabelas, cartas solares, o uso de mapas e a prática do monitoramento são pouquíssimos valorizados. Essas respostas demonstram uma compreensão bastante limitada por parte dos entrevistados, tanto das alternativas adequadas para se obter informações fundamentais para a estruturação do projeto, quanto dos próprios fatores relacionados ao fenômeno da luz natural. Tais dificuldades impõem sérios obstáculos à introdução da luz natural como condicionante no projeto arquitetônico, ou melhor, reduzem significativamente a realização dos benefícios que a luz natural pode proporcionar ao ambiente construído.

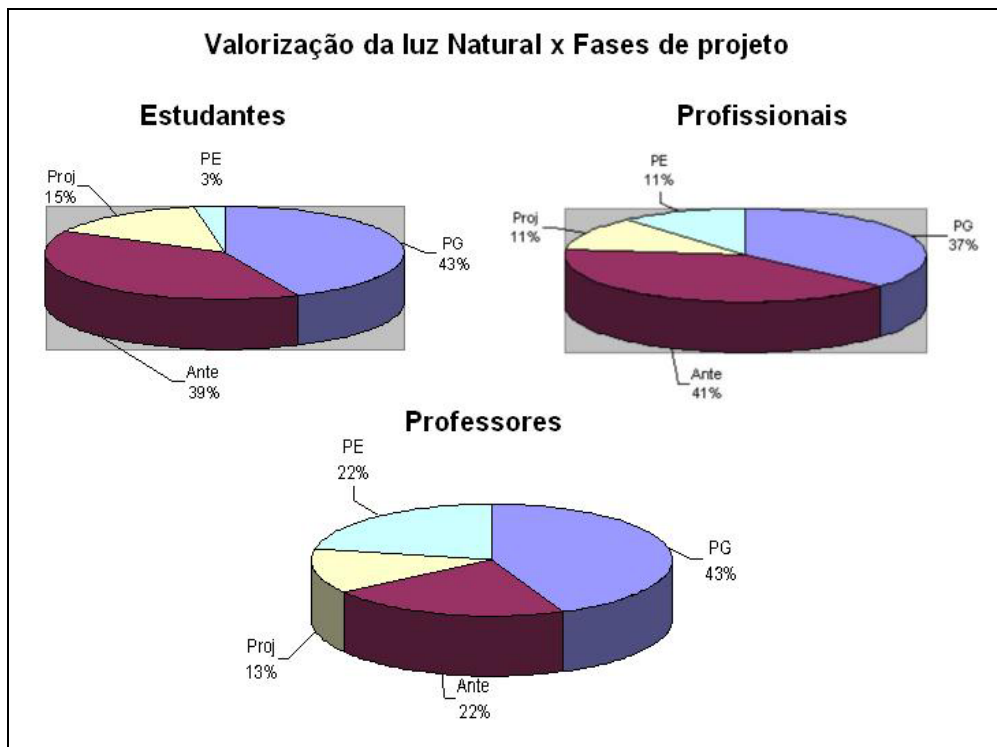


Fig. 8: Importância atribuída à luz natural durante as fases de projeto.

Os fatores acima relacionados interferem na escolha das ferramentas de apoio ao projeto. Os respondentes buscam ferramentas capazes de fornecer informações básicas de forma direta, valorizando princípios e regras gerais, muitas vezes obtidos nas consultas à literatura. Modelos físicos e programas computacionais são pouco valorizados, especialmente na fase inicial. No caso dos programas computacionais, isso pode ser justificado pela dificuldade em lidar com os mesmos e interpretar os seus dados de saída de forma adequada.

Por sua vez, a integração com os profissionais consultores é buscada essencialmente na fase de detalhamento, conforme indicado pelos percentuais de votos de todos os respondentes: 80%. É responsabilidade do arquiteto refletir sobre a importância da luz natural e incluí-la como condicionante em seus projetos ainda durante a elaboração do partido geral, etapa na qual as decisões que mais influenciam na habilidade da edificação em lidar com a luz natural são tomadas. No entanto, a cooperação dos profissionais consultores poderia até ser uma alternativa para solucionar dificuldades quando o arquiteto não está apto a encontrar as respostas desejadas. Uma vez que a cooperação dos profissionais consultores é buscada principalmente durante a fase de detalhamento, pode-se concluir que essa integração se dá como uma forma de solução de problemas já instaurados, ao invés de um esforço integrado para qualificação do projeto como um todo.

3.4 Semelhanças entre professores, profissionais e estudantes

Na fase de elaboração do partido geral, a valorização do aspecto formal é enfatizada pelos entrevistados embora a configuração espacial a ser alcançada não pareça ainda claramente definida, principalmente quanto à luz e seus efeitos no interior dos ambientes. Nessa fase o uso de guias e manuais é sumariamente rejeitado.

O desempenho da edificação recebe atenção e o impacto sobre os ocupantes é bastante considerado durante a fase de anteprojeto. Porém, diagramas, tabelas e métodos matemáticos são pouco utilizados, e isso se reflete no desconhecimento das fontes de informações climáticas e geográficas adequadas, estratégias a serem adotadas e ferramentas de apoio ao projeto e sua aplicação.

Um aspecto importante é identificado quando se observa a questão mais valorizada na fase de detalhamento: o impacto do projeto sobre os ocupantes e sobre o ambiente construído. Tal afirmação indica uma grave contradição, uma vez que a definição de objetivos de desempenho a serem alcançados não é nem ao menos citada nas fases iniciais de projeto. Tal comportamento sugere que a obtenção do desempenho desejado é viabilizada apenas a partir de soluções de problemas “já

instaurados” ao invés de confirmação de metas pré-estabelecidas ou talvez exista a expectativa de que este aspecto seja de responsabilidade de algum outro profissional...

Tais semelhanças quanto aos aspectos mais valorizados durante o processo projetual pelos profissionais, professores e estudantes indicam que é de fundamental importância estimular a compreensão dos fenômenos relacionados à integração da luz natural no projeto arquitetônico desde o início do processo de formação do profissional. Destaca-se a importância da relação professor/aluno, no sentido de identificar quais as possíveis “barreiras”, estimulando o aluno a refletir sobre as suas decisões de projeto e qual a importância que está sendo dada à luz natural. A compreensão da luz natural como condicionante do projeto, o qual deve ser incorporado desde as fases iniciais do processo projetual, pode ser apontada como habilidade essencial para o arquiteto. Profissionais habilitados são capazes de definir estratégias de projeto adequadas, obtendo resultados satisfatórios sob o ponto de vista ambiental e garantindo assim a satisfação dos usuários.

4. CONCLUSÕES

A partir das respostas obtidas na presente pesquisa, puderam ser identificados aspectos que se constituem como verdadeiras barreiras à integração da luz natural no projeto arquitetônico: o desconhecimento de fontes de informação a respeito do tema; deficiência na apropriação das ferramentas de apoio ao projeto e, principalmente, a desvalorização/desconhecimento da luz natural como condicionante do projeto. Mesmo considerando-se uma amostra reduzida de entrevistados, as conclusões ora apresentadas são representativas do comportamento de estudantes, profissionais e professores, conforme indicado pelas semelhanças entre as respostas de cada categoria.

Diante do desconhecimento em relação a algum aspecto do projeto, a prática usual revelada pelos entrevistados é a busca por métodos “confiáveis” que lhes permitam adquirir o conhecimento necessário para lidar com os problemas que surgem durante o processo projetual. Quanto à luz natural, o desconhecimento dos aspectos relacionados a esse fenômeno reflete-se na inadequada fonte de informação usada pelos entrevistados - visitas *in loco*, enquanto que a definição de metas e estratégias de projeto, o uso de métodos gráficos de análises e a utilização de ferramentas de simulação são muito pouco utilizados.

Pôde-se identificar também que a definição de metas a serem alcançadas pelo projeto é fundamental, pois é a busca pela realização das mesmas que conduzirá a um resultado final satisfatório, sendo essas metas reunidas em torno de um princípio organizador, seja ele formal ou funcional, definido ainda nas fases iniciais do projeto. A integração da luz natural ao projeto arquitetônico só será efetuada de modo satisfatório caso a luz natural esteja relacionada com esse princípio organizador. No entanto, as respostas obtidas nos questionários não indicam que um adequado aproveitamento da luz natural é considerado como uma meta a ser atingida, uma vez que as formas e opções de admissão da luz natural só passam a ser ineficazmente consideradas nas fases mais avançadas do processo projetual.

Tal contexto permite concluir que a má qualidade das condições de iluminação natural verificada em grande parte das edificações é um reflexo da principal dificuldade que se impõe à integração da luz natural no projeto arquitetônico: a própria compreensão do fenômeno e os aspectos físico-constructivos a ele relacionados. Somente a consideração da luz natural e a valorização do princípio ambiental como princípio ordenador conduzirá a um resultado satisfatório, garantindo a qualidade final do “produto” – a obra concluída.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GONÇALVES, J. C.; DUARTE, D. (2003): *Como melhorar a eficiência energética nos edifícios*. Disponível em: <<http://www.arcoweb.com.br/>> Acesso em: 23 mai. 2003.
- LAMBERTS, R. ; PEREIRA, F. ; DUTRA, L. (2004): *Eficiência energética na arquitetura*. 2ª ed., São Paulo: Ed. PW, 2004.
- PEDRINI, Aldomar (2003): *Integration of low energy strategies to the early stages of design process of office buildings in warm climate*. PhD Thesis, The University of Queensland, Brisbane, 2003.
- SOUZA, M. de A. S. (2001): *Arquitetura Eficiente e o Uso de energia*. Mais Suplemento. In: *Mais Arquitetura*. São Paulo, jul. 2001.